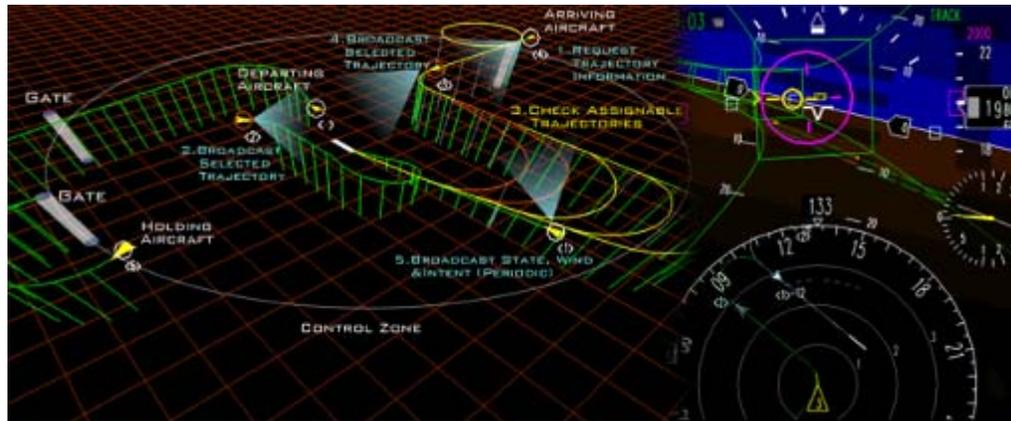


運航安全技術・環境保全技術の研究開発 (中間評価)



科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
第28回航空科学技術委員会

平成20年8月19日
宇宙航空研究開発機構
航空プログラムグループ

構成

1. はじめに

運航安全技術に係わる国内外の動向と対応状況 ……P. 3～P. 6

2. 研究開発の詳細進捗状況

①ヒューマンエラー防止技術の研究 ……P. 7～P. 10

1. 研究開発の必要性
2. 研究開発の有効性
3. 研究開発の効率性

②乱気流事故防止技術の研究 ……P. 11～P. 14

1. 研究開発の必要性
2. 研究開発の有効性
3. 研究開発の効率性

③次世代運航システム(DREAMS)の研究開発 ……P. 15～P. 18

1. 研究開発の必要性
2. 研究開発の有効性
3. 研究開発の効率性

④資金計画 ……P. 19

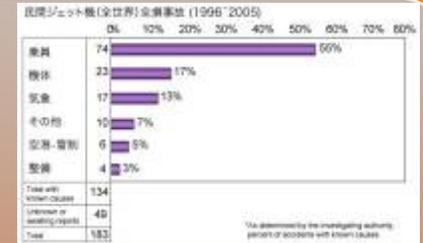


国内外の動向と対応状況

ヒューマンエラー防止技術

背景・ニーズ

- 航空事故・インシデント約6割に 乗員のヒューマンファクタが関与
- ICAOや国土交通省が以下のような提言や義務化を実施
 - 一定規模以上の運航者のCRM訓練
 - 安全情報の収集分析
 - 飛行データ解析プログラム (FDA)の義務化
- これに対し、エアライン等の運航者より、我が国の国情に合致した技術の開発で支援が求められている



最近のおもな国内動向

- 航空局によるCRM訓練の義務化(H13)
- 大手エアラインのTEM導入(H16)
- エアライン等によるMPL検討(H17-)

最近のおもな国際動向

- ICAOにおけるTEM義務化(H18)
- ICAOにおけるFDA義務化(H17)
- ICAOにおけるMPL制定(H18)

対応

目標

- CRMスキル行動指標・計測指標の構築と技術移転
- DRAPの開発、改良と普及。

H19年度の進捗

- CRMスキル計測手法を改善し評点のばらつきが低減
- CRMスキルへのTEM概念の導入
- 海上保安庁向けCRMスキル行動指標開発
- DRAPの中小会社への拡大(7社9機種に対応)

昨年の評価における留意事項

- 技術のレベルよりも、メンテナンスやコストが問題となる
- 資料においては、航空専門家以外にも理解

実施(連携)体制の強化状況

- 海上保安庁におけるCRM訓練に係る協力体制をあらたに構築

CRM: Crew Resource Management、CRMスキル:コミュニケーション、チームワーク、意志決定などノン・テクニカル・スキルである

TEM: Threat and Error Management、エラーの要因を察知し、発生と拡大を防ぐ行動等の概念

FDA: Flight Date Analysis、飛行データから安全上の課題を抽出するための解析

DRAP: Data Review and Analysis Program、JAXAで開発している飛行データ解析プログラム

MPL: Multi-Crew Pilot License、エアラインの副操縦士に特化した操縦士資格の新しい形態。訓練初期からのCRMスキルの涵養・評価が必要



国内外の動向と対応状況

乱気流事故防止技術

背景・ニーズ

- 我が国の旅客機の航空事故の約5割は乱気流が主要因
- 乱気流事故は増加の傾向にあり、現状の対策では効果が不十分
- 右図は離着陸100万回当たりの乱気流事故の推移
- 晴天乱気流を検知する搭載装置は世界中で未だ実用化されていない
- JAXAが開発中のライダーは、搭載性に優れ世界最高の性能をもつ
- 実用化には総合的な技術が必要で、メカのみでは成し得ない



最近のおもな国内動向

- 最近報告書が公表された乱気流事故
 - 2006/1、松山空港北、重傷1名、軽傷1名
 - 2006/6、東京湾上空、重傷1名
 - 2006/7、島根県上空、重傷1名
 - 2007/7、御前崎南、重傷1名
- H18に羽田空港、H19に成田空港に空港近傍の乱気流検知用ライダーが設置された

最近のおもな国際動向

- 米国で計測レンジ5kmの搭載ウインドシアレーダが実用化された(晴天時は使用不可)
- 欧州で計測レンジ150m以下の動揺低減の舵面制御用ライダーを研究中であり、エアバスA340型機に搭載して実験を行っている

昨年の評価における留意事項

- 研究開発の節目ごとに評価を実施していく必要がある

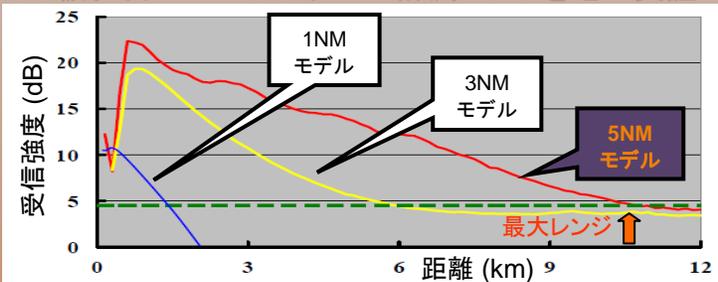
対応

目標(従来と変わらず)

- 高度1万mで計測レンジ9kmのライダーを開発する
- 乱気流警告表示及び回避方式決定の最適化を図る

H19年度の進捗

- 5NM級ライダーが10km以上の計測レンジを地上実証



実施(連携)体制の強化状況

- 技術仕様を策定する研究会に航空局航空機安全課の委員と三菱重工のオブザーバーに参加していただき、より専門的で実践的な評価を受ける体制が整った



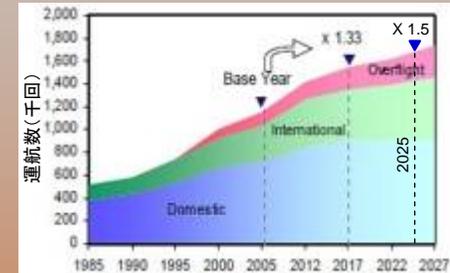
国内外の動向と対応状況

次世代運航システム(DREAMS)の研究開発 その1(全体)

背景・ニーズ

- 2025年に日本の航空交通量は1.5倍になると予測(国交省)
- 現在の運航システムでは対応できない(安全性・効率性の低下)
- 欧米で2025年までの次世代システム移行に向けた研究開発プロジェクトが立ち上がりつつある(米NextGen, 欧SESAR)
- 我が国の得意技術を国際標準化し, 航空関連産業の競争力強化

国交省予測
(航空需要・空港整備計画等に基づく予測)

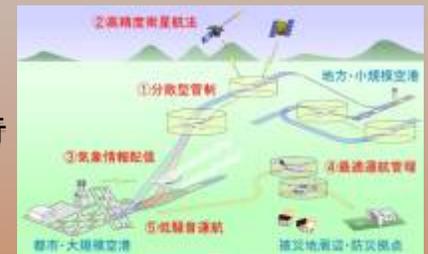


最近のおもな国内動向

- 交通政策審議会航空分科会答申(H19.6)「産学官連携により新技術・新方式の調査・研究開発・評価を戦略的に推進する」
- 国交省が「将来の航空交通システムのあり方に関する産学官連携勉強会」を設置(JAXAも参加)

目標

- 高密度・安全運航実現に必要な5つのキー技術で目標レベルの達成を飛行実証する
- 成果を技術基準として纏め, 国際標準として提案



最近のおもな国際動向

- 米NextGenが各要素システム(分散管制, 航法, 気象, 環境, 情報共有等)の研究開発計画策定
- 欧SESARがミッション定義をほぼ完了。2020年までに交通容量73%増, 安全性3倍増, ATMコスト半減, 遅れ40%減等の数値目標策定

対応

H19年度の進捗

- プロジェクト計画を策定しミッション定義審査を完了
- 5つの技術分野で新規技術・独自技術の成立性を実証
- メーカーへの技術移転1件, 特許3件

昨年の評価における留意事項

- 欧米等の動向にも鑑み, 早急に本研究開発を本格化すべき

実施(連携)体制の強化状況

- 国際民間航空機関(ICAO)専門委員, 米国航空無線技術協会(RTCA)WGメンバとして参加
- 総務省消防庁と協定締結
- 大手エアラインとの人事交流を予定



国内外の動向と対応状況

次世代運航システム(DREAMS)の研究開発 その2(個別の技術課題)

①分散型管制

- GBAS搭載機のデリバリーに伴う運航方式の整備
- 空港容量・安全のボトルネックとなっている地上走行技術の向上

対応状況

- GBASを利用した低高度曲線進入の実現に向けた検討
- 地上での自動間隔確保に対応した自動走行技術の検討
- 通信切断が自動間隔確保に及ぼす影響の解析検討

②高精度衛星航法

- 無人機産業の発展により航法装置のニーズ拡大
- RTCAでGPS/INS技術基準の検討開始(SBASやGBASの信頼性向上による高カテゴリー運航等)

対応状況

- メーカーへの技術移転により無人機向けの実用化を完了
- より高度なGPS/INS複合によるインテグリティ(信頼性)向上策について検討開始

③気象情報配信

- 米NextGenが気象情報共有の基本案策定
- 羽田空港、仏CDG空港等で後方乱気流等を検出可能なトップライダを運用開始

対応

対応状況

- DREAMS気象情報配信との整合性・独自性を検討
- ライダ観測データとCFD解析の融合で検出精度・解像度を向上し、運航の安全性・効率性を向上する技術を検討

④最適運航管理

- 文科省プロジェクトで災害情報共有システムを開発
- 消防庁が災害時の救援航空機の運航管理等に関する検討会を設置

対応状況

- 文科省プロジェクトと連携し、災害情報を活用して救援航空機の安全性・効率性を向上する運航管理システムを開発
- 消防庁と協力取決めを締結し、連携を強化した

⑤低騒音運航

- ICAO航空環境保全委員会で将来の低騒音技術の目標等を検討する専門部会を設置
- ドクターヘリ法案成立による運用の拡大

対応状況

- 専門委員(Independent Expert)としてJAXAが参加
- ヘリコプタの低騒音最適経路誘導システムを飛行実証、病院ヘリポートの運用回数制限緩和への適用を検討

SBAS, GBAS: 衛星, 地上局を使ったGPS補強システム



① ヒューマンエラー防止技術の研究

1. 研究開発の必要性

(意義) ヒューマンエラーによる航空事故・インシデントへの対応

- 航空事故・インシデント約6割に 乗員のヒューマンファクタが関与
- 「航空輸送量が増加する中、航空事故の絶対数を増やさないためにヒューマンエラー対策研究が必須」(1989 FAA)
- これらを受けてICAOや国土交通省が以下のような提言や義務化を実施
 - 一定規模以上の運航者のCRM訓練
 - 安全情報の収集分析
 - 飛行データ解析プログラム(FDA)の義務化
- これらに対応するエアライン等の運航者を支援するために、我が国の国情に合致した技術開発を実施する必要がある

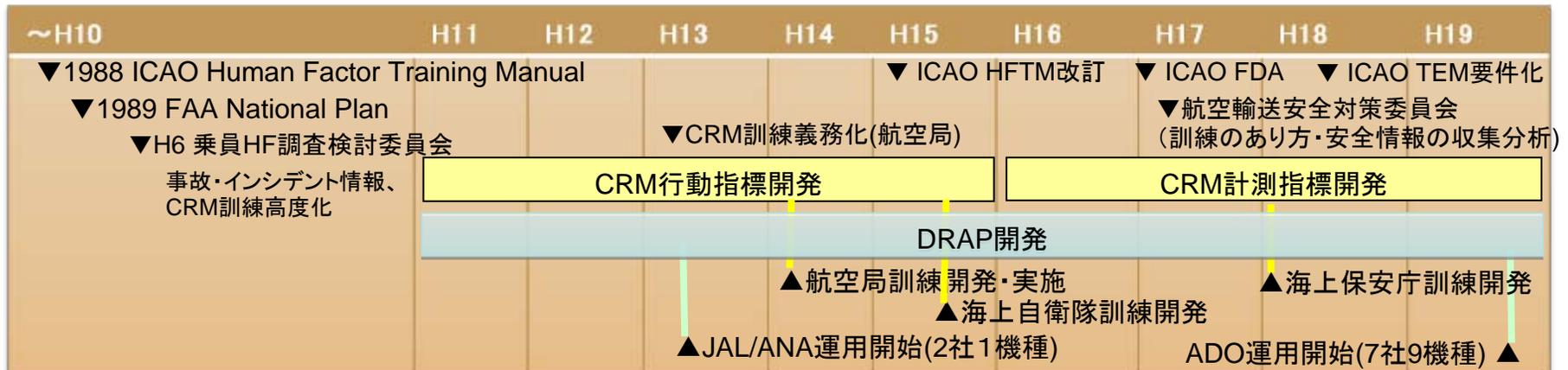
(目的) ヒューマンエラー防止技術開発による安全への寄与

- CRMスキル指標(平常時・緊急時にどのように行動すべきか)および計測指標(行動の妥当性を客観的に計測する技術)を開発し、実運用に供する
- 飛行記録から安全上の課題を抽出することのできる日常運航データ再生ツール(DRAP)を開発し、実運用に供する

※CRM: Crew Resource Management
CRMスキル: コミュニケーション、チームワーク、意志決定などノン・テクニカル・スキルである

※TEM: Threat and Error Management
エラーの要因を察知し、発生と拡大を防ぐ行動等の概念

※FDA: Flight Date Analysis
飛行データから安全上の課題を抽出するための解析





① ヒューマンエラー防止技術の研究

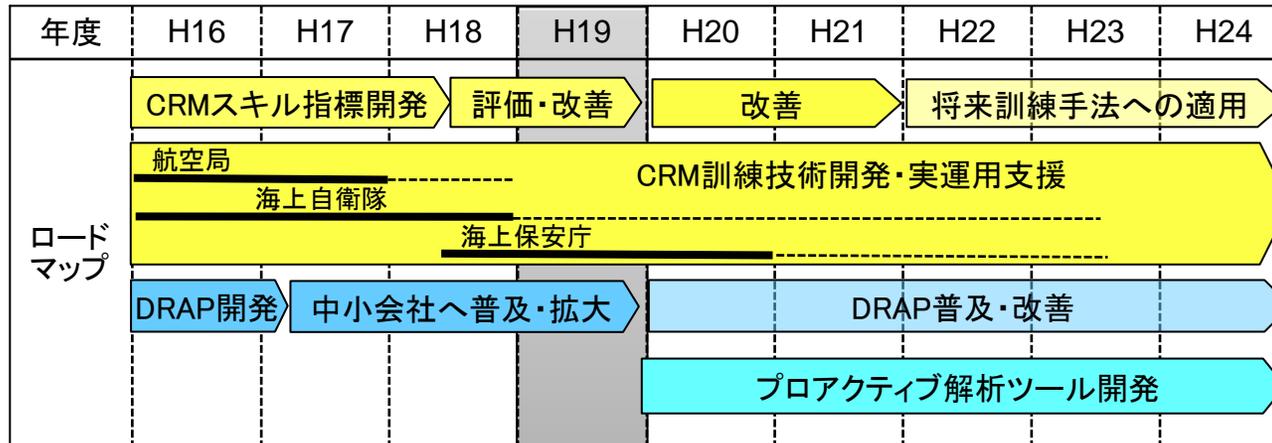
2. 研究開発の有効性(1/2)

(目標)

- CRMスキル行動指標および計測手法の構築
- CRMスキル訓練技術の技術移転による訓練開発支援
- 日常運航データ再生ツールの開発・改良と普及

(進捗)

- CRMスキル計測手法の改良による評点ばらつきの低減
- アンケート結果に基づいた海上保安庁向けCRMスキル行動指標を開発
- CRMスキル行動指標開発過程へのテキストマイニング機能の適用
- DRAPのADO社,AJX社及びAJV社へ公開を実施。Ver. 2.1公開



H19年度の主な成果

- CRMスキル計測手法の改善
- 海上保安庁向けCRMスキル行動指標開発
- DRAPの中小会社への拡大

ADO: 北海道国際航空
 AJX: エアージャパン
 AJV: ANA&JPEXプレス



① ヒューマンエラー防止技術の研究

2. 研究開発の有効性(2/2)

進捗状況

CRM訓練向上技術の研究開発:

(H19成果)

- CRMスキル計測指標試作Ver.3へ改良。シミュレータ評価実験により有効性(評点のばらつき低下)を確認。
- 乗員行動分析により海上保安庁向けCRMスキル行動指標を開発(一部継続)。
- 上作業において、大量(例5000件)のアンケート調査結果からテキストマイニングにより行動傾向を分析する手法を構築。

飛行フェーズ毎の評点

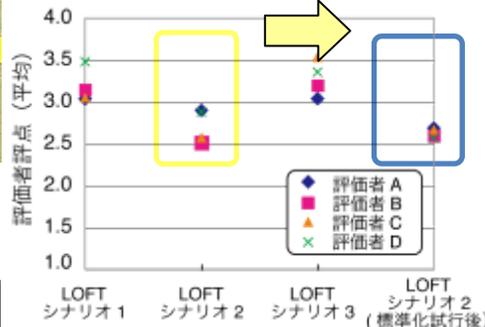
計画目標	計測ポイント	1	2	3	4
状況認識マネージメント	状況認識マネージメント	○	○	○	○
状況の把握	他人が得た運航状況(例: システム、コックピット内他のコミュニケーション)の把握	○	○	○	○
認識の共有	一人ひとりの共有	○	○	○	○
警戒・予測	警戒・予測	○	○	○	○

CRMスキル計測シートの改良

運航上の脅威(Threat)毎の評点

計画目標	計測ポイント	1	2	3	4
状況認識マネージメント	状況認識マネージメント	○	○	○	○
状況の把握	他人が得た運航状況(例: システム、コックピット内他のコミュニケーション)の把握	○	○	○	○
認識の共有	一人ひとりの共有	○	○	○	○
警戒・予測	警戒・予測	○	○	○	○

ばらつきの減少



日常運航データ再生ツール(DRAP): (H19成果)

- ADO社およびANA系列2社(AJX, AJV)へ公開を実施。
- エアラインコメントを反映して改良したVer. 2.1を公開。(航跡表示ウィンドウの精細化、Gセンサーの表示の追加)



DRAP Ver. 2.1



① ヒューマンエラー防止技術の研究

3. 研究開発の効率性

(実施体制)

- 関係機関と協調した柔軟な研究体制と長期的視野の技術開発
- 訓練、安全情報、設計等に利用可能なヒューマンファクタ安全向上ツール群開発へ展開

技術課題	目標、成果の応用先	実施体制
CRMスキル計測評価技術	(技術実証) CRMスキル計測評価手法を開発し、実運用で実証	<ul style="list-style-type: none"> ・ 協力・委託: 航空会社 (JAL、ANA) ・ 航空局
CRMスキル訓練技術	(行動分析) 乗員行動を分析し、分析結果に基づくCRM訓練用資料を開発 (技術利用) 開発した資料を実訓練で利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海上自衛隊 ・ 海上保安庁 ・ 受託・協力: 航空輸送技術研究センター
日常運航データ再生ツールの開発	(機能向上) 運航形態や新技術(機種・運航方式)に対応したツールを開発 (技術利用) 開発したツールを運航現場で運用	<ul style="list-style-type: none"> ・ San Jose 州立大学と共同研究 ・ 航空会社 (JAL, ANA, JEX, ANK, ADO, AJX, AJV) と協力

JEX: JALエクスプレス

ANK: エアーニッポン

21年度の計画

- CRMスキル評価手法にTEMの概念を入れ、運航会社で評価してもらいさらなる改善を図る
- 日常運航データ再生ツールを新型機に対応させ、さらに運用範囲を広げる
- 安全の事前評価に使う解析ツールを作成し、MRJコックピット設計への適用を図る



②乱気流事故防止技術の研究

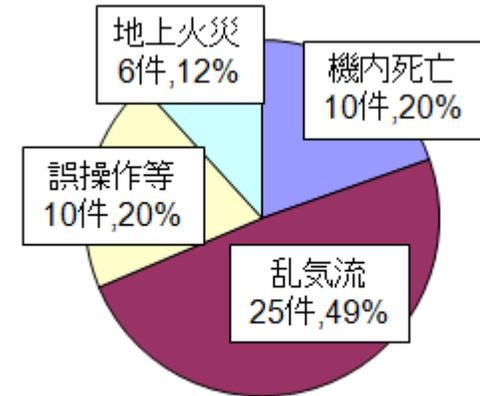
1. 研究開発の必要性

(意義) 乱気流を主因とする事故への対応

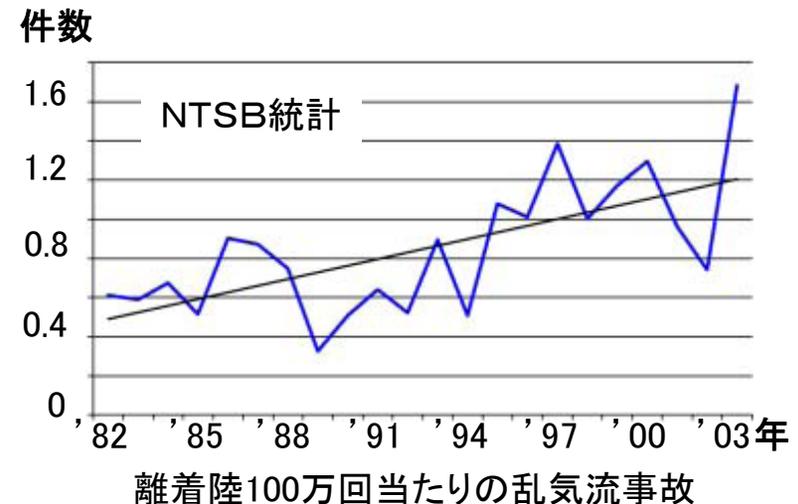
- 我が国の旅客機事故を分類すると右上図の通り。さらに航空機事故に分類されない軽傷者のみの乱気流事故も相当な件数に上る。
- 米国国家運輸安全委員会(NTSB)の調査では、乱気流による事故率は増加の傾向にあり(右下図)、現状の対策のみでは効果が不十分。
- 晴天乱気流を事前に検知する搭載装置は、世界中で未だ実用化されていないが、JAXAが開発中のライダーは、搭載性に優れ世界最高の性能をもち世界をリードしている。
- 実用化にはセンサ、警告表示、気象、空力、飛行力学、運航などに関する総合的な技術が必要で、メーカーのみでは成し得ない。

(目的) 乱気流による航空事故を減らす

- 晴天時の乱気流を20～40秒前に検知して、操縦席の計器板に警告表示する。
- 検知した乱気流の強さ・被害予測を行い、パイロットに最適な回避操作をアドバイスする。



我が国の旅客機事故(1990～2006)



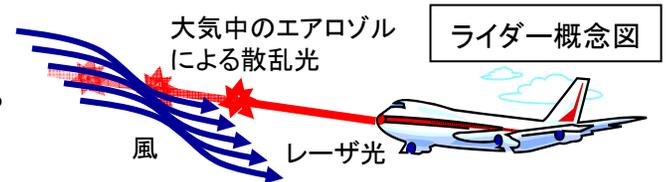


②乱気流事故防止技術の研究

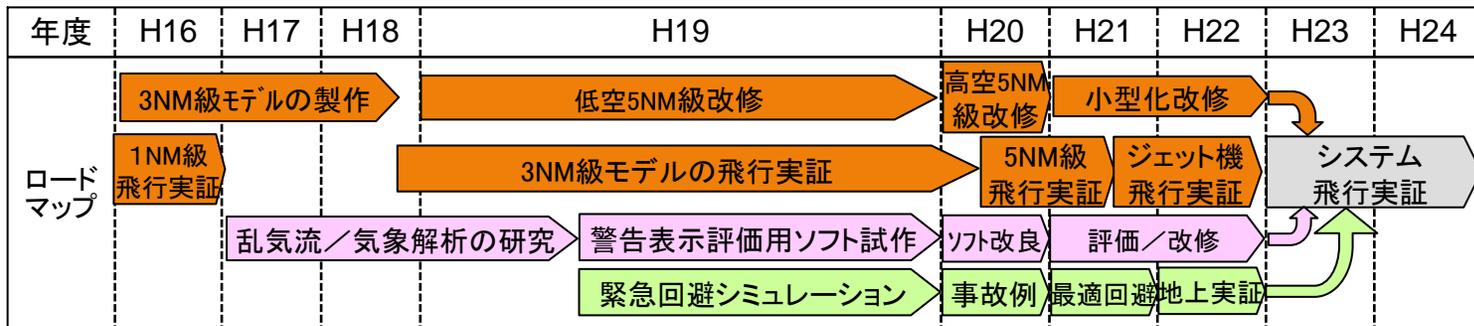
2. 研究開発の有効性(1/2)

(目標)

- ジェット旅客機が巡航する高高度(3万ft≒1万m)で、5NM(9km)の有効レンジをもつ、搭載性の高いライダーと乱気流警報システムを開発する。
- 米国ではレーダの改良に力を入れており、実用的な搭載が可能なライダーは開発していない。欧州では150m以下のレンジを測って舵面制御に活用する研究が中心であり、レンジ拡大は進めていない。したがって前記目標は世界随一である。
- 警告表示・回避方式は、民航パイロットの評価を受ける。



(進捗)



- ライダー
- 警告表示
- 回避方式

H19年度の主な成果

- 3NM級モデルの高度別性能評価
- 5NMモデルの地上実証
- 警告表示ソフトの試作

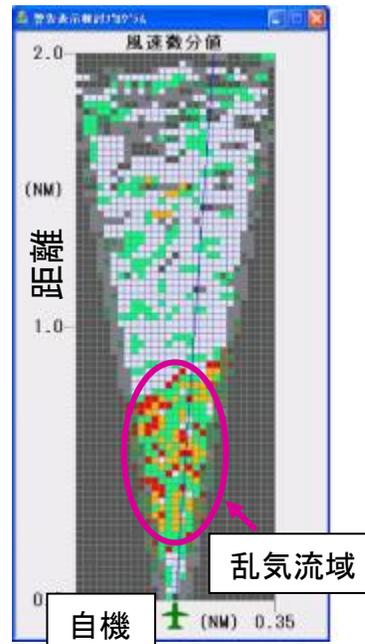
②乱気流事故防止技術の研究

2. 研究開発の有効性(2/2)

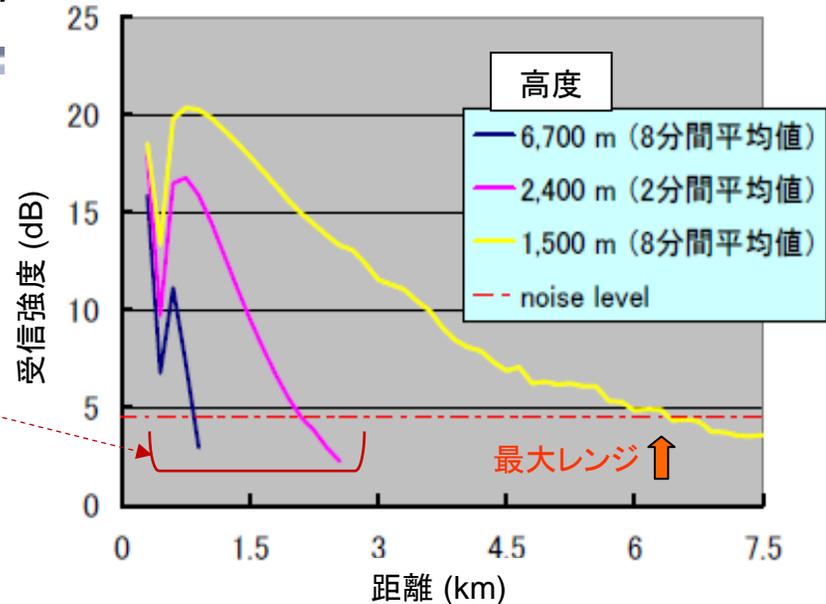
<H19年度の進捗と成果>

- 3NM級ライダーは6km以上の計測有効距離を飛行実証(計画目標は5.5km)
- 高高度での性能劣化現象を解明して対策を考案し、実用化時のリスクを削減(特許出願中)

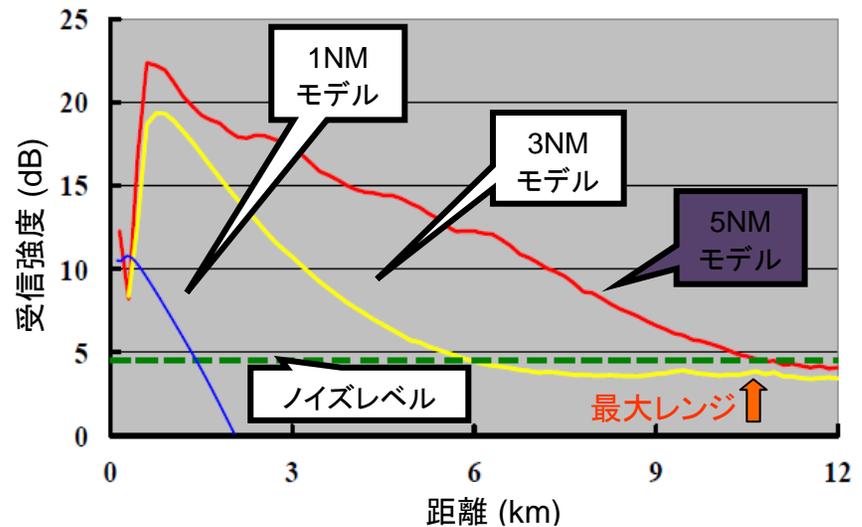
- 5NM級ライダーは10 km以上の計測有効距離を地上実証(計画目標は9km)
- 警告表示の評価用ソフト試作
- 5NM級ライダーの搭載設計完了
- 緊急回避方式の研究に着手



試作中のコックピット表示画面



3NM級ライダー飛行試験結果



5NM級ライダーの地上試験結果



②乱気流事故防止技術の研究

3. 研究開発の効率性

(実施体制)

技術課題	目標、成果の応用先	実施体制
ライダー (警告表示方式や緊急回避方式を統合したシステムを含む)	(技術調査)乱気流検知技術に関する研究開発の方向性を調査検討 (仕様調整)民間旅客機で活用するための仕様検討 (技術実証)実運用環境下での実証試験 (技術応用)MRJ飛行試験で高精度対気速度センサとしてのライダー活用を検討	<ul style="list-style-type: none"> 東大、北大、日本航空機開発協会、航空交通管制協会、JAL、ANA、三菱電機、JAXAからなるNEDO委員会に参加(H18) 東北工大、JAL、ANA、航空局、三菱電機、気象庁、電子航法研から専門委員を迎えて、研究会を年2回程度開催 国産旅客機チームと三菱重工との共同研究に参加(H20から)
警告表示方式	(技術開発)乱気流解析技術を利用したライダーの乱気流検知能力向上 (技術応用)気象解析技術を利用した航空機事故調査への協力	<ul style="list-style-type: none"> 東北大との包括協定に基づく共同研究(H17から) 情報通信研究機構との共同研究(H17～H19)
緊急回避方式	(技術開発)最適回避操作を表示 (技術実証)目標性能の妥当性確認	<ul style="list-style-type: none"> 防衛大学校からの客員研究員委嘱(H20から) 機体メーカー等への回避シミュレーション作業委託(競争入札)

21年度の計画

- 5NM級ライダーの高高度飛行実証と、小型化の設計を開始する
- 警告表示方式の飛行評価と改良を行う
- 緊急回避アドバイザー・システムのアルゴリズム設計を行う



③次世代運航システム(DREAMS)の研究開発

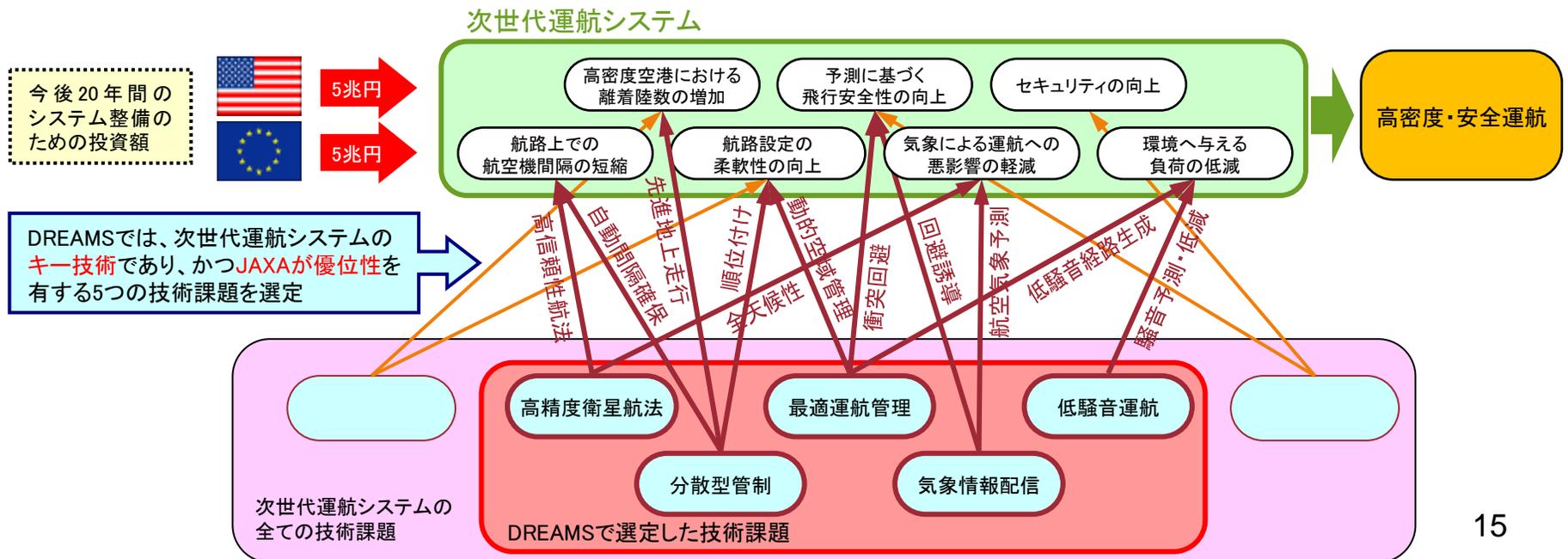
1. 研究開発の必要性

(意義)

- 航空交通の需要増大により運航システムの能力の限界に達しつつあり、20年後までに次世代技術への移行完了が不可欠。世界がこの認識を共有し、米国NextGenや欧州SESAR等のプロジェクトを立ち上げつつある。
- 我が国の航空関連(輸送・製造)産業の競争力維持・強化のため、JAXAおよび我が国の優位技術を発展し、国際規格策定への貢献を果たす。

(目的)

- 航空交通の利便性、環境適合性などを維持しつつ、高密度かつ安全な運航を行う技術を確立する。





③次世代運航システム(DREAMS)の研究開発

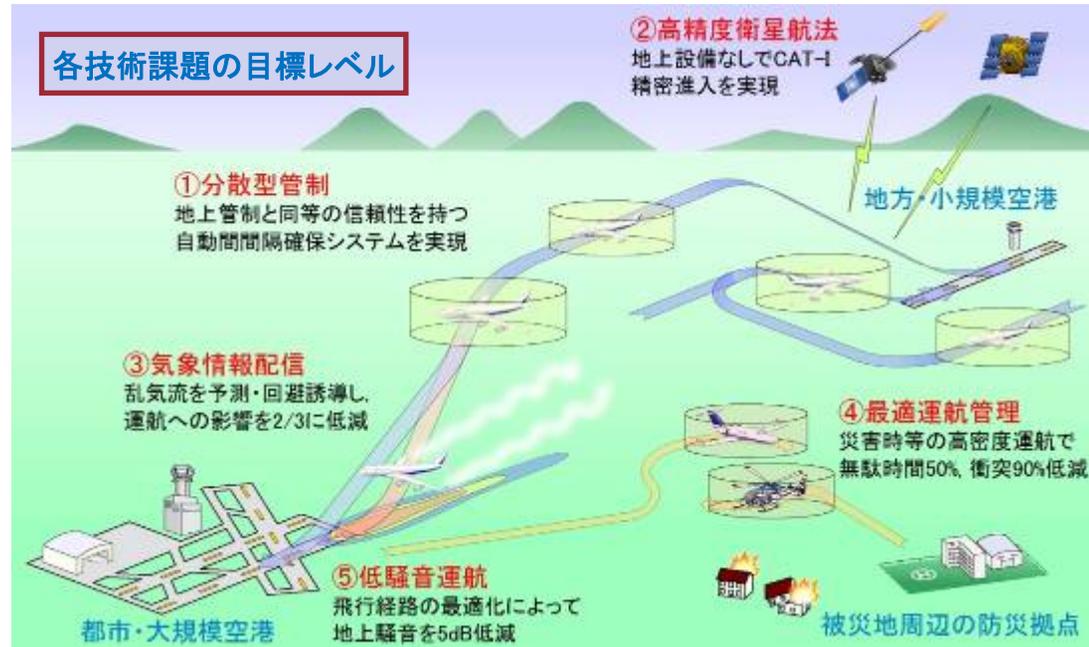
2. 研究開発の有効性(1/2)

(目標)

- 高密度・安全運航に必要な5つのキー技術に対して、目標レベルの達成を飛行実証する(H23年度)。
- その成果を技術基準として取り纏め、国際標準として提案する(H24年度)。

(進捗)

- H19までに要素技術の成立性実証を完了し、技術移転、特許申請をした。
- 次期5年間のプロジェクト計画を策定し、20年後の需要予測(航空交通量1.5倍)からトップダウンで目標を数値化、欧米に比肩する技術目標レベルを設定した。



成立性実証・プロジェクト化

目標:国際標準提案

年度	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
ロードマップ	先進研究			新技術・独自技術の成立性実証 プロジェクト計画策定	実用性・信頼性向上 実証環境構築			実証データ蓄積	技術基準提案

H19年度の主な成果
 ・メーカーへの技術移転1件、特許3件
 ・ミッション定義審査の完了



③次世代運航システム(DREAMS)の研究開発

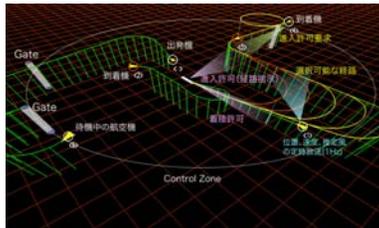
2. 研究開発の有効性(2/2)

H19年度の主な研究成果

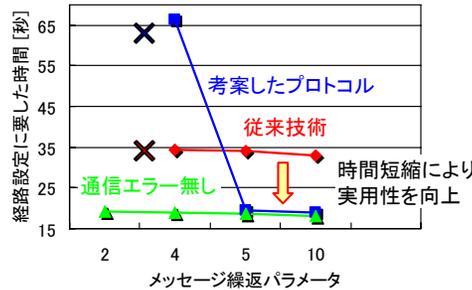
各技術課題で新規技術・独自技術の成立性を実証した。

①分散型管制

実用化の課題の一つである機体間のデータ通信エラーに対する安全性を向上する技術を考案した。

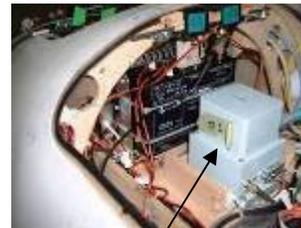


シミュレーションによって技術の有効性を実証した。

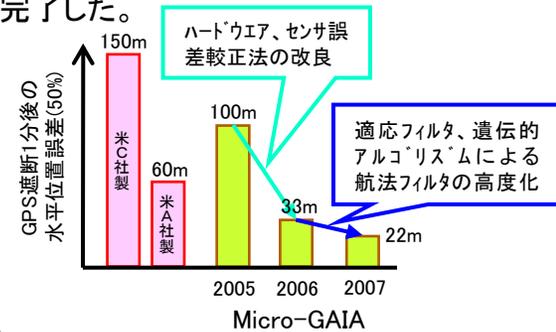


②高精度衛星航法装置(Micro-GAIA)

MEMS(マイクロマシン)航法装置として世界最高性能を達成し、無人機用として実用化を完了した。



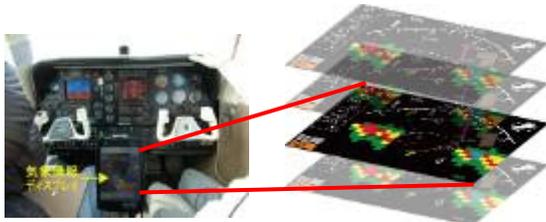
自動着陸実験用無人機に搭載された製品版Micro-GAIA



③気象情報配信

高精度・高解像な気象予測情報をパイロットに提供する技術を考案した。

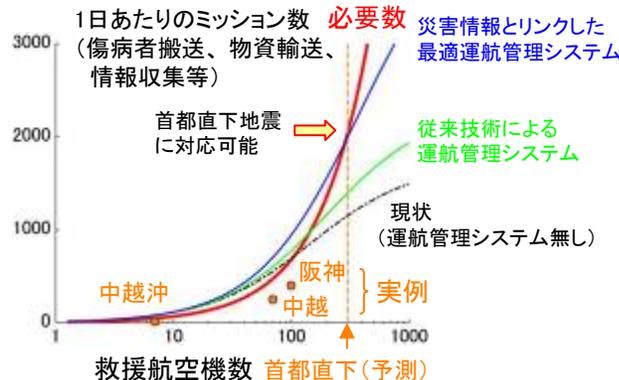
CFDによる気象予測結果をリアルタイムで表示する飛行実験に世界で初めて成功。



膨大な情報からパイロットが必要とする情報を効率的に送信・表示する。

④最適運航管理

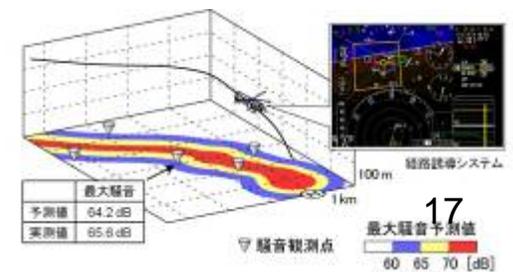
大規模災害時の航空機による救援活動の効率性を向上するシステムを考案した。



⑤低騒音運航

地上騒音を最小にする飛行経路をパイロットに指示する技術を実証した。

地上騒音を予測し、最適経路をリアルタイムで計算してパイロットに表示するシステムの飛行実験に世界で初めて成功。





③次世代運航システム(DREAMS)の研究開発

3. 研究開発の効率性 (実施体制)

※印は調整中

技術課題	目標、成果の応用先	実施体制
全体	<ul style="list-style-type: none"> ・技術基準の提案, 国政標準化 ・機体・アビオメーカ等への技術移転による実用化, 運航会社のニーズ対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・国交省航空局, 電子航法研と連携強化※ ・FAAと協力協定を締結 ・FHI, KHI, 古野電気, ナビコムアビエーション, Rockwell Collins等が開発委託 ・大手エアラインから次世代運航ユニット長招聘※
①分散型 管制	<ul style="list-style-type: none"> ・実飛行による技術実証 ・技術基準提案 	<ul style="list-style-type: none"> ・電子航法研と共同研究 ・米国航空無線技術協会(RTCA)WGメンバ
②高精度 衛星航法	<ul style="list-style-type: none"> ・実飛行による技術実証 ・技術移転による実用化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ドイツDLR, 電子航法研※と共同研究 ・多摩川精機と技術移転契約(無人機用航法装置として製品化完了)
③気象情 報配信	<ul style="list-style-type: none"> ・実飛行による技術実証 ・ユーザ(エアライン等)の課題抽出 	<ul style="list-style-type: none"> ・電子航法研, 気象研, 東工大, 東北大流体研, 米DUKE大と共同研究 ・航空保安研究センターに技術調査委託※
④最適運 航管理	<ul style="list-style-type: none"> ・実運用環境での有効性実証 ・実用化の技術支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・自治体(神戸市※)消防防災ヘリに試作システムを搭載 ・京大防災研, 消防研※, 情報通信研究機構※と共同研究 ・消防庁と協力協定を締結
⑤低騒音 運航	<ul style="list-style-type: none"> ・実飛行による技術実証 ・技術基準提案 	<ul style="list-style-type: none"> ・東京大, 産総研, 名城大と共同研究 ・国際民間航空機関(ICAO)航空環境保全委員会の専門委員

21年度の計画

- 技術課題それぞれについて外部との連携を強化し、国際標準規格提案への確実性を高める
- 各技術課題の目標達成に向けた信頼度・実用性の向上と飛行実証環境の整備を図る

④ 資金計画

3. 研究開発の効率性

○研究開発の資金計画

①ヒューマンファクター防止技術、②風計測ライダー、③DREAMSを含む

年度	H16	H17	H18	H19	H20	H21～H24 (見込み額)	総額
資金(億円)	2.4	2.2	3.9	3.9	5.5	16.3	34.1

千円単位で四捨五入のため合計額が合わない場合があります。

○研究開発の人員計画

①ヒューマンファクター防止技術、②風計測ライダー、③DREAMSを含む

平成20年度 : 24名【専任16名・併任6名】で実施。

平成21～24年度 : 29名【専任16名・併任13名】程度を予定。